

#### บทที่ 4

#### วิจารณ์ และ สรุปผล

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าบทบาทของ sex steroid ในสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกจะคล้ายคลึงกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม กล่าวคือในเพศผู้ฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนจะมีบทบาทสำคัญในการเจริญของลักษณะทางเพศทุติยภูมิ (secondary sex characteristic) เช่นการพัฒนาของนิ้วมือ (development of thumb pad) เพื่อช่วยในการยึดเกาะเพศเมียเมื่อมีการผสมพันธุ์ นอกจากนี้เทสโทสเตอโรนยังมีบทบาท ทำให้เกิดการแสดงออกถึงพฤติกรรมการสืบพันธุ์ (mating behavior) อีกด้วย ( Delgado , Gutierrez , and Alonzo-Bedate , 1989 )

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า ระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนในพลาสมาของกบนาจะสูงในช่วงเดือนมีนาคมถึงตุลาคม ประมาณ  $2216.40 \pm 136.05$  พิโกโมลต่อลิตร โดยจะมีระดับสูงสุดในเดือนพฤษภาคม คือ  $3182.00 \pm 204.14$  พิโกโมลต่อลิตร ( รูปที่ 12 ) ระดับเทสโทสเตอโรนที่สูงขึ้นนี้ สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากฟาร์ม คือพบว่ากบนาที่ทำการศึกษาร่วมจับคู่ผสมพันธุ์และวางไข่ในช่วงต้นเดือนพฤษภาคม ( ซึ่งเป็นเดือนที่มีระดับฮอร์โมนสูงที่สุดในพลาสมา ) จนถึงประมาณเดือนตุลาคม โดยที่ในช่วงที่มีการผสมพันธุ์ ปริมาณเทสโทสเตอโรนจะสูงกว่าในช่วงอื่นๆ ประมาณ 8 - 10 เท่า หลังจากนั้นปริมาณเทสโทสเตอโรนจะลดลงสู่ระดับต่ำสุด ซึ่งสอดคล้องกับที่ Whitter และ Crews ( 1987 ) กล่าวไว้ว่าในสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกจะมีระดับฮอร์โมนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การสืบพันธุ์ โดยเฉพาะ sex steroid สัมพันธ์กับฤดูกาลสืบพันธุ์ นอกจากนี้ Speaker และ Moore ( 1980 ) ได้ทำการทดลองในตัวนิวกิ้ง *Taricha granulosa* พบว่าตัวนิวกิ้งเพศผู้จะมีระดับแอนโดรเจนในพลาสมาสูงสุดในช่วงต้นฤดูสืบพันธุ์ และจะลดระดับลงในช่วงที่มีพฤติกรรม การสืบพันธุ์ ( sexual behavior ) สูงที่สุด

จากรูปที่ 13 ระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนในอวัยวะของกบนา จะเป็นตัวบ่งบอกถึงปริมาณการสร้างเทสโทสเตอโรนในแต่ละเดือน ระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนในอวัยวะจะสูงสุดในเดือนมกราคม หลังจากนั้นจะลดระดับลงในเดือนกุมภาพันธ์จนถึงเดือนพฤศจิกายนและระดับฮอร์โมนจะสูงขึ้นอีกในเดือนธันวาคม ซึ่งจะเห็นได้ชัดว่าระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนในอวัยวะของกบนาจะลดต่ำในช่วงที่มีการสืบพันธุ์ ซึ่งสอดคล้องกับที่พบใน *Rana dybowskii* ในประเทศเกาหลี

โดย Ko, Lee และ Kwon (1993) ได้ทำการทดลองพบว่ากบชนิดนี้จะสืบพันธุ์ในช่วงปลายฤดูจำศีล (ปลายเดือนกุมภาพันธ์) แต่ปริมาณเทสโทสเทอโรนในอวัยวะจะสูงในเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนกุมภาพันธ์ (ซึ่งเป็นฤดูจำศีล) มากกว่าเดือนมีนาคม ถึงเดือนตุลาคมอย่างชัดเจน โดยสอดคล้องกับการที่เซลล์สืบดึกมีจำนวนมากขึ้น และมีนิวเคลียสขยายใหญ่ขึ้น แต่ตรงข้ามกับการสร้างอสุจิ ซึ่งจะมีการสร้างในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนตุลาคม จึงได้สรุปว่า เทสโทสเทอโรนในอวัยวะของ *Rana dybowskii* ไม่ได้เป็นตัวบ่งบอกถึงการสร้างอสุจิในอวัยวะ (spermatogenic activity)

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าระดับฮอร์โมนเทสโทสเทอโรนในอวัยวะของกบนาต่างไปจากในปลาสมาคือ ในช่วงเดือนมีนาคมจะเริ่มมีการหลั่งเทสโทสเทอโรนเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณเทสโทสเทอโรนในอวัยวะกลับคงที่จนกระทั่งปริมาณเทสโทสเทอโรนในปลาสมาลดลงในเดือนพฤศจิกายน ปริมาณเทสโทสเทอโรนในอวัยวะจึงเพิ่มสูงขึ้นในเดือนธันวาคม อาจเป็นไปได้ว่าในช่วงที่มีการสืบพันธุ์จะมีอัตราการหลั่งเทสโทสเทอโรนมากกว่าอัตราการสร้าง ทำให้เทสโทสเทอโรนในอวัยวะมีปริมาณเหลืออยู่ ในขณะที่เมื่อพ้นช่วงสืบพันธุ์ไปแล้วจะมีการหลั่งเทสโทสเทอโรนน้อยทำให้มีปริมาณเทสโทสเทอโรนเหลือในอวัยวะมากกว่า แสดงว่าภายในเซลล์ที่สร้างเทสโทสเทอโรนอาจจะมีการเก็บฮอร์โมนเอาไว้ ซึ่งในสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกจะมีการสร้างและการหลั่งเทสโทสเทอโรนคล้ายกับในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม โดยที่เทสโทสเทอโรนจะสร้างจากเซลล์สืบดึกเป็นส่วนใหญ่ และเป็นที่ทราบกันดีว่าฮอร์โมนพากสเตียรอยด์ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เมื่อสร้างแล้วจะหลั่งออกมาโดยตรงไม่ได้เก็บไว้ในถุง (vesicle) เนื่องจากในเซลล์สืบดึกมีความสามารถจำกัดในการเก็บสะสม (Smith et al., 1983) แต่ภายในเซลล์จะมีสารตั้งต้นของฮอร์โมน เช่น โกลสเตอรอล และสาร intermediate ระหว่างโกลสเตอรอลกับเทสโทสเทอโรนอยู่มากมาย เมื่อได้รับการกระตุ้นที่เหมาะสมจะทำให้เอนไซม์ในเซลล์ไปทำปฏิกิริยากับสารตั้งต้น และสาร intermediate เหล่านี้ กลายเป็นสเตียรอยด์ซึ่งหลั่งออกมาภายในระยะเวลาอันรวดเร็ว (Guyton, 1991) ซึ่งจากผลการทดลองครั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าภายในอวัยวะของกบนา สามารถเก็บเทสโทสเทอโรนไว้ในเซลล์สืบดึกได้ ซึ่งน่าจะได้มีการศึกษาต่อไป

ปริมาณเทสโทสเทอโรนในอวัยวะของกบนาที่ตรวจพบในการวิจัยครั้งนี้แตกต่างจากที่ Pierantoni และคณะ (1984) ได้ทำการศึกษาใน *Rana esculenta* ในอิตาลี ซึ่งพบว่าจะมีระดับเทสโทสเทอโรนในอวัยวะสูงในช่วงฤดูสืบพันธุ์ และเมื่อพ้นฤดูสืบพันธุ์ไปแล้ว ก็จะลดระดับลง สอดคล้องกับ profile ของระดับเทสโทสเทอโรนในปลาสมาคือ

จากรูปที่ 12 และ 13 แสดงให้เห็นว่าอัตราการสร้างและอัตราการหลังของฮอร์โมนเทสโทสเทอโรนในกบนา จะมี profile ที่ทิศทางตรงข้ามกัน คือในช่วงที่มีการสืบพันธุ์ ระดับฮอร์โมนเทสโทสเทอโรนในพลาสมาจะสูง ในขณะที่ระดับในอวัยวะจะต่ำ แต่จากการทดสอบทางสถิติพบว่า profile ของทั้งการสร้างและการหลังฮอร์โมนเทสโทสเทอโรน มีความสัมพันธ์กันน้อย และไม่มีความสำคัญ ซึ่งน่าจะเกิดจากการที่อัตราการสร้างและการหลังเทสโทสเทอโรนจากอวัยวะของกบนาไม่เท่ากัน

เป็นที่ทราบกันดีว่าในเขตร้อนชื้นเช่นประเทศไทยความชื้นจะเป็นปัจจัยภายนอกที่สำคัญมากที่สุดต่อการเข้าสู่ฤดูสืบพันธุ์ของกบ จากข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา ( 2537 ) พบว่า ในฤดูร้อน ( เดือนมีนาคม ถึงเดือนมิถุนายน ) และฤดูฝน ( เดือนกรกฎาคม ถึงเดือนตุลาคม ) จะมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ( relative humidity ) เท่ากันคือ 77.75 เปอร์เซ็นต์ ต่างจากฤดูหนาว ( เดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนกุมภาพันธ์ ) ซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 74.25 เปอร์เซ็นต์ อย่างชัดเจน ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยจะไม่แตกต่างกันมากนัก ( ในฤดูร้อนเท่ากับ 28.83 องศาเซลเซียส ฤดูฝนเท่ากับ 27.95 องศาเซลเซียส และ ฤดูหนาว เท่ากับ 26.6 องศาเซลเซียส ) ในกบนา ระดับเทสโทสเทอโรนในพลาสมาจะสูงในช่วงฤดูร้อนโดยสูงกว่าฤดูอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ (  $p < 0.01$  ) ซึ่งน่าจะเป็นการกระตุ้นให้เกิดลักษณะทางเพศทุติยภูมิ และเป็นการเตรียมอวัยวะให้พร้อมก่อนจะสืบพันธุ์ พบว่ากบนาจะเริ่มสืบพันธุ์ในช่วงปลายฤดูร้อน เมื่อถึงฤดูฝนซึ่งมีการสืบพันธุ์มากที่สุดระดับเทสโทสเทอโรนในพลาสมาจะลดลงจากฤดูร้อนอย่างมีนัยสำคัญ (  $p < 0.01$  ) แต่ระดับเทสโทสเทอโรนในฤดูฝนจะสูงกว่าในฤดูหนาวอย่างเห็นได้ชัด โดยที่ในฤดูหนาวจะมีระดับเทสโทสเทอโรนต่ำกว่าฤดูร้อนและฤดูฝน 10 เท่า และ 8 เท่า ตามลำดับ ( รูปที่ 15 ) ซึ่งสอดคล้องกับพฤติกรรมคือ กบนาจะหยุดสืบพันธุ์ในช่วงฤดูหนาว ส่วนระดับเทสโทสเทอโรนในอวัยวะจะสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในฤดูหนาว ซึ่งเป็นช่วงที่กบนาหยุดการสืบพันธุ์ แต่ในฤดูร้อนและฤดูฝนซึ่งเป็นฤดูสืบพันธุ์จะมีระดับเทสโทสเทอโรนในอวัยวะไม่แตกต่างกัน แต่ทั้งสองฤดูจะต่ำกว่าในฤดูหนาวประมาณ 3 เท่า ( รูปที่ 16 )

นอกเหนือจากปริมาณฮอร์โมนเทสโทสเทอโรนในพลาสมาและในอวัยวะที่สามารถบอกถึงฤดูกาลสืบพันธุ์ของกบนาได้แล้ว ยังมีข้อมูลสนับสนุนอื่น ๆ อีก ได้แก่ gonado-somatic index ( GSI % ) ซึ่งเป็นตัวบอกระดับความพร้อมในการสืบพันธุ์ เมื่อนำ GSI % ของกบนา มาแบ่งกลุ่มตามฤดูกาลพบว่า จะคล้ายกับที่พบในพลาสมาคือ ในฤดูร้อนจะมี GSI % สูงกว่าฤดูฝนเล็กน้อย (  $p < 0.05$  ) และสูงกว่าในฤดูหนาวประมาณ 5 เท่า (  $p < 0.01$  ) ส่วนในฤดูหนาวจะต่ำกว่าในฤดูฝนประมาณ 3.5 เท่า (  $p < 0.01$  )

พบว่า GSI % ของกบนาจะมีลักษณะคล้ายกับ profile ของระดับเทสโทสเทอโรนในพลาสมา แต่จะตรงข้ามกับระดับเทสโทสเทอโรนในอวัยวะ คือเพิ่มสูงขึ้นในช่วงที่มีการสืบพันธุ์ เมื่อนำมาหาค่าความสัมพันธ์ระหว่าง GSI % กับระดับเทสโทสเทอโรนในพลาสมาพบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมากระหว่างสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน (รูปที่ 18) ส่วนระดับเทสโทสเทอโรนในอวัยวะจะมีความสัมพันธ์กับ GSI % มากเช่นเดียวกัน แต่สัมพันธ์กันในทางตรงข้าม (รูปที่ 19) แสดงว่าในช่วงที่กบนาพร้อมจะสืบพันธุ์ จะมีการหลั่งเทสโทสเทอโรนจากอวัยวะมากขึ้นโดยสัมพันธ์กับการที่อวัยวะมีน้ำหนักมากขึ้น

การที่ขนาดอวัยวะของกบนาเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลนี้ตรงกับที่พบใน *Rana temporaria* ซึ่งมีการสร้างอสุจิไม่ต่อเนื่องกันตลอดปี โดยที่น้ำหนักของอวัยวะจะเป็นตัวบ่งชี้การทำงานของอวัยวะ พบว่าน้ำหนักของอวัยวะจะเพิ่มขึ้นในฤดูสืบพันธุ์ประมาณ 10 เท่า (Lofts et al., 1972) แต่ในกบชนิดอื่นเช่น *Rana perezi* ที่มีการสร้างอสุจิต่อเนื่องตลอดปีนั้น น้ำหนักของอวัยวะจะไม่สัมพันธ์กับการสร้างอสุจิ และการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลจะไม่มีผลต่อน้ำหนักของอวัยวะ (Delgado, Gutierrez, and Alonzo-Bedate, 1989)

นอกจากนี้ยังได้มีการนำอวัยวะของกบนาที่ทำการศึกษาไปดูลักษณะทางเนื้อเยื่อวิทยาตั้งแต่เดือน กรกฎาคม ถึงเดือน ธันวาคม พบว่าในช่วงกรกฎาคม ถึงตุลาคมจะมีการสร้างอสุจิอย่างชัดเจน ท่อเซมินิเฟอรัส (seminiferous tubule) จะหนาตัวขึ้น เซลล์ลัยติกรวมตัวกันแน่น เห็นตัวอสุจิมารวมกันอยู่ตรงกลาง ผังตัวใน sertoli cell โดยจะเห็นชัดที่สุดในเดือนกันยายน ในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคมจะพบลักษณะทางเนื้อเยื่อที่ไม่ชัดเจนแสดงว่ากบนาไม่สามารถสืบพันธุ์ได้ตลอดปี ซึ่งสอดคล้องกับพฤติกรรมการสืบพันธุ์ของกบนาดังที่กล่าวมาแล้ว (ชนากรณ์ รุ่งเรือง, 2538)

ผลการทดลองดังกล่าวแสดงว่ากบนาที่ศึกษามีฤดูสืบพันธุ์อยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคมซึ่งอยู่ในช่วงปลายฤดูร้อนจนถึงฤดูฝนและเป็นช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกับฤดูสืบพันธุ์ของกบนาตามธรรมชาติ คือเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม (วิโรจน์ ดาวฤกษ์, 2535)

นอกจากนี้ได้มีการศึกษาในกบนาเพศเมียซึ่งทำไปพร้อม ๆ กับเพศผู้ที่ทำการศึกษา พบว่าในกบนาเพศเมีย ฟอลลิเคิลจะมีการพัฒนาในช่วงที่ใกล้เคียงกับอวัยวะคือ GSI % ในเพศเมียจะเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในช่วงเดือนเมษายน ถึงเดือนกันยายน คือ 2 ถึง 7 เปอร์เซ็นต์ส่วนในเดือนอื่น ๆ



ประมาณ 0.5 ถึง 1.7 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ฮอร์โมนเอสโตรเจนในพลาสมาจะมีปริมาณสูงในช่วงนี้ด้วย คือ 600 ถึง 2000 พิโกโมลต่อลิตร ส่วนในเดือนอื่น ๆ มีจะค่า 100 ถึง 300 พิโกโมลต่อลิตร ซึ่งใกล้เคียงกับฤดูสืบพันธุ์ที่พบในเพศผู้ ( ผุสตี ปริยานนท์ และคณะ , 2538 )

Lofts and Bem ( 1972 ) ได้สรุปไว้ว่าในสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกส่วนมากจะมีการสืบพันธุ์เป็นฤดูกาล แต่สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในเขตร้อนสามารถสืบพันธุ์ได้ตลอดปี เช่นกวางคกในอเมริกาใต้ *Bufo arenurum* และ *Bufo paracmenis* และกบในอินเดีย *Rana erythrea* แต่ผลจากงานวิจัยหลาย ๆ เรื่อง พบว่ากบนา (*Rana tigerina*) ในอินเดีย ซึ่งเป็นประเทศในเขตร้อนเหมือนประเทศไทยไม่สามารถสืบพันธุ์ได้ตลอดปีเช่นกัน เนื่องจากมีการสร้างอสุจิอย่างไม่ต่อเนื่อง โดยจะหยุดสร้างในช่วงหน้าแล้ง ( Gergenson , 1992 )

เป็นที่น่าสังเกตว่ากบนาที่นำมาเลี้ยงในฟาร์มจะยังคงมีการสืบพันธุ์เป็นฤดูกาลเหมือนในธรรมชาติ แสดงให้เห็นว่าสิ่งแวดล้อมในฟาร์มที่ต่างไปจากในธรรมชาติ เช่นการได้รับอาหารอย่างสม่ำเสมอตลอดปีจะไม่ผลต่อฤดูสืบพันธุ์ของกบ กล่าวคือไม่สามารถเปลี่ยนแปลงแบบแผนการสืบพันธุ์ของกบได้ เป็นไปได้ว่าอาหารเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการทำงานของระบบสืบพันธุ์ของกบนา น้อยกว่าปัจจัยอื่น ๆ เช่น ความชื้น ซึ่ง Jorgensen ( 1992 ) ได้สรุปไว้ว่าความอุดมสมบูรณ์ของอาหารจะมีผลต่อการทำงานของระบบสืบพันธุ์ในสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกเพศผู้น้อยกว่าเพศเมีย และพบว่าการสร้างอสุจิสามารถเกิดขึ้นได้ตามปกติใน *Rana temporaria* ที่ให้อุดอาหารในช่วงหลังจากพ้นฤดูสืบพันธุ์ไปแล้ว นอกจากนี้ Kett ( 1942 ) พบว่าในตัวนิวกิ้ง *Notophthalmus viridescens* เมื่อให้อุดอาหารในช่วงต้นฤดูร้อนที่มีการสร้างอสุจิ จะไม่มีผลต่อการสร้างอสุจิ Duellman และ Trueb ( 1986b ) ได้สรุปไว้ว่าการสืบพันธุ์เป็นฤดูกาลของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก นอกจากจะขึ้นกับปัจจัยภายนอก ( extrinsic factor ) แล้วยังขึ้นกับพันธุกรรมของแต่ละ species ด้วย

ในกบมูลฟรอกพบว่าระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนในพลาสมาจะต่ำสุดในเดือนมกราคม (  $628.44 \pm 129.33$  พิโกโมลต่อลิตร ) และจะสูงที่สุดในเดือนเมษายน (  $2606.75 \pm 108.87$  พิโกโมลต่อลิตร ) ซึ่งระดับฮอร์โมนในเดือนนี้จะสูงกว่าในเดือนที่ระดับฮอร์โมนที่ต่ำที่สุดประมาณ 4 เท่า ส่วนปริมาณเทสโทสเตอโรนในช่วงเดือนอื่น ๆ จะมีค่าใกล้เคียงกัน คือประมาณ  $771.56 \pm 35.69$  ถึง  $1834.44 \pm 143.18$  พิโกโมลต่อลิตร ( รูปที่ 20 ) เมื่อพิจารณาตามฤดูกาลจะเห็นว่าระดับเทสโทสเตอโรนในพลาสมาของกบมูลฟรอกในฤดูร้อนจะสูงกว่าฤดูฝนและฤดูหนาวอย่างชัดเจน (  $p < 0.01$  ) แต่ในฤดูหนาวระดับเทสโทสเตอโรนในพลาสมาจะต่ำกว่าในฤดูร้อนและฤดูฝนไม่มากคือประมาณ 2 เท่า

และ 1.5 เท่า ตามลำดับ ( รูปที่ 23 ) ซึ่งแตกต่างไปจากกบมูลฟรอกในเขตหนาว ที่จะมีระดับเทสโทสเตอโรนในพลาสมาเปลี่ยนแปลงมากในแต่ละฤดูกาล โดยในช่วงฤดูสืบพันธุ์จะมีปริมาณเทสโทสเตอโรนในพลาสมาสูงกว่านอกฤดูสืบพันธุ์มาก พบว่ากบมูลฟรอกทางตอนเหนือของทวีปอเมริกาจะเข้าสู่ฤดูสืบพันธุ์ช้ากว่ากบมูลฟรอกทางตอนใต้ และช่วงของฤดูสืบพันธุ์จะสั้นกว่าคือเริ่มจากปลายเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม และสืบพันธุ์นานประมาณ 1 เดือน ( Byrne and White , 1975 ) พบว่ากบมูลฟรอกในแคลิฟอร์เนียซึ่งอยู่ทางตอนใต้ของทวีปอเมริกาและมีอากาศอบอุ่นกว่าทางตอนเหนือจะมีระดับแอนโดรเจนในพลาสมาสูงขึ้นสองช่วงในรอบปี ( bimodal cycle ) คือช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม และเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคมโดยที่ปริมาณแอนโดรเจนในทั้งสองช่วงจะสูงกว่าในเดือนอื่นประมาณ 15 เท่า และจะมีช่วงการสืบพันธุ์ที่ยาวนานประมาณ 4-5 เดือน ซึ่งจะเริ่มมีการสืบพันธุ์ในช่วงที่ปริมาณแอนโดรเจนในพลาสมาเริ่มเพิ่มขึ้นในครั้งแรก ( เดือนเมษายน ) ซึ่งช่วงนี้เป็นช่วงที่อากาศอบอุ่น แต่จะมีช่วงเวลาที่เห็นชัดเจนที่สุด ( peak ) ของการสืบพันธุ์คือช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกรกฎาคม ( Licht et al. , 1983 )

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าระดับสูงสุดและต่ำสุดของระดับเทสโทสเตอโรนในพลาสมาในรอบปีของกบมูลฟรอกจะต่างกันน้อยมาก ( ประมาณ 2 เท่า ) ในขณะที่ในเขตหนาวจะต่างกันมาก ( ประมาณ 15 เท่า ) แสดงให้เห็นว่า กบมูลฟรอกในประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะสืบพันธุ์ได้ตลอดปี

กบมูลฟรอกที่ทำการศึกษามี profile ของฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนในอวัยวะก่อนข้างงที่ตลอดปี ( รูปที่ 21 ) โดยจะมีปริมาณฮอร์โมนสูงที่สุดในเดือนพฤษภาคม (  $8.88 \pm 0.09$  พิโกโมลต่อกรัม ) และต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนสิงหาคม (  $2.45 \pm 0.37$  พิโกโมลต่อกรัม ) ส่วนปริมาณเทสโทสเตอโรนในอวัยวะของเดือนอื่น ๆ จะใกล้เคียงกัน (  $2.66 \pm 0.30$  ถึง  $5.10 \pm 0.91$  พิโกโมลต่อกรัม ) จากรูปที่ 24 พบว่าเมื่อแบ่งกลุ่มตามฤดูกาล ระดับเทสโทสเตอโรนในอวัยวะ ในฤดูร้อนจะมีค่าสูงที่สุดเมื่อเทียบกับฤดูฝนและฤดูหนาว (  $p < 0.01$  ) แต่จะสูงกว่าไม่มากคือประมาณ 5 เท่า แสดงว่าในอวัยวะจะมีการสร้างเทสโทสเตอโรนตลอดปี โดยที่มีการหลังเทสโทสเตอโรนก่อนข้างงที่เมื่อเทียบกับกบมูลฟรอกในประเทศอื่น ๆ ดังที่กล่าวไปแล้ว เนื่องจากปริมาณเทสโทสเตอโรนที่สูงสุดและต่ำสุดในกบมูลฟรอกจะแตกต่างกันน้อย ( ประมาณ 4 เท่า ) เมื่อเทียบกับในเขตหนาว ( ประมาณ 15 เท่า ) น่าจะเป็นไปได้ว่าอัตราการสร้างและการหลังเทสโทสเตอโรนในกบมูลฟรอกจะใกล้เคียงกันแต่ถึงแม้ว่าปริมาณฮอร์โมนในพลาสมาและในอวัยวะของกบมูลฟรอกจะมี profile ใกล้เคียงกันแต่

เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่ามีความสัมพันธ์กันน้อยและไม่มีความสำคัญ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการสร้างและการหลั่งของเทสโทสเทอโรนในกบมูลฟรอกจะเกิดขึ้นในอัตราที่แตกต่างกัน

GSI % ของกบมูลฟรอกตลอดปีมีค่าประมาณ  $0.09 \pm 0.01$  ถึง  $0.16 \pm 0.01$  เปอร์เซนต์ (รูปที่ 21) พบว่า GSI % ในแต่ละฤดูจะค่อนข้างคงที่ (รูปที่ 25) แสดงถึงการที่อวัยวะของกบมูลฟรอกน่าจะสามารถสร้างอสุจิได้อย่างต่อเนื่องซึ่งสอดคล้องกับ GSI % ของกบมูลฟรอกในแคลิฟอร์เนีย (Licth et al., 1983) และจากการทดลองในประเทศญี่ปุ่น (Niigata distric) พบว่าปริมาณเทสโทสเทอโรนในซีรัมของกบมูลฟรอกจะสูงในเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม และจะมีปริมาณสูงสุดในเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม โดยที่ในช่วงที่มีปริมาณเทสโทสเทอโรนสูงที่สุดนี้ จะมีการพัฒนาของลักษณะทางเพศทุติยภูมิและพบ spermatocyte ในอวัยวะมากที่สุด ซึ่งช่วงนี้จะเป็นช่วงที่มีพฤติกรรมการสืบพันธุ์มากที่สุดด้วย นอกจากนี้การทดลองทางเนื้อเยื่อวิทยาพบว่าในอวัยวะของกบมูลฟรอกจะมีการสร้างอสุจิตลอดปี โดยพบอสุจิเกือบทุกระยะในอวัยวะของกบในแต่ละเดือน และจะมีตัวอสุจิในอวัยวะมากที่สุดในช่วงก่อนฤดูสืบพันธุ์โดยจะมากกว่าในช่วงอื่นประมาณ 2 เท่า (Yoneyama and Iwasawa, 1985)

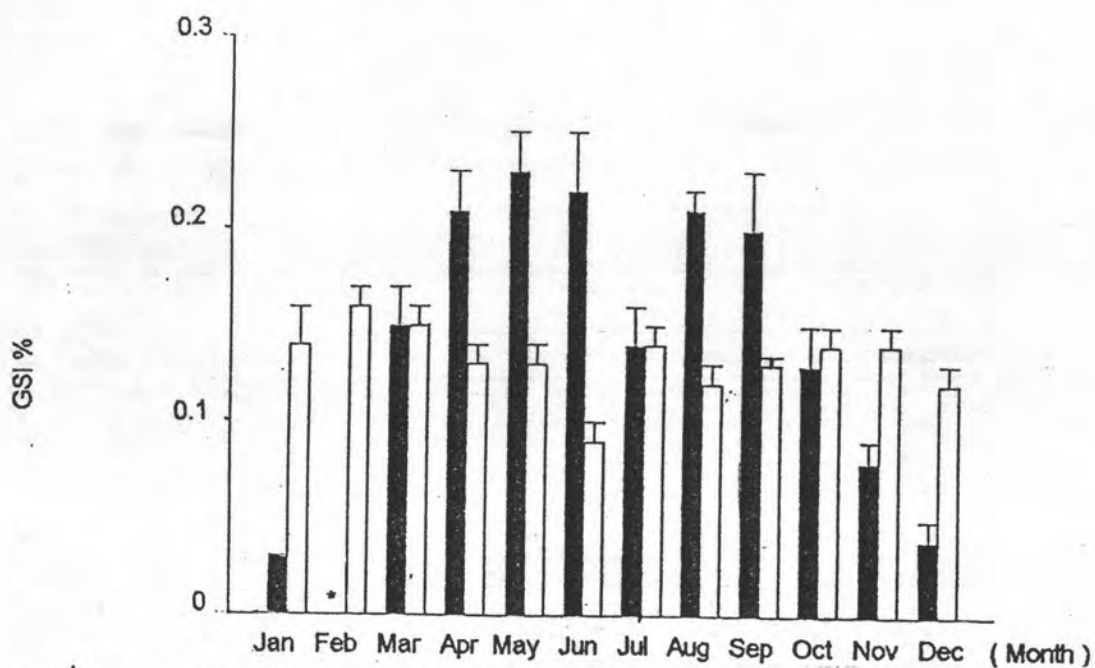
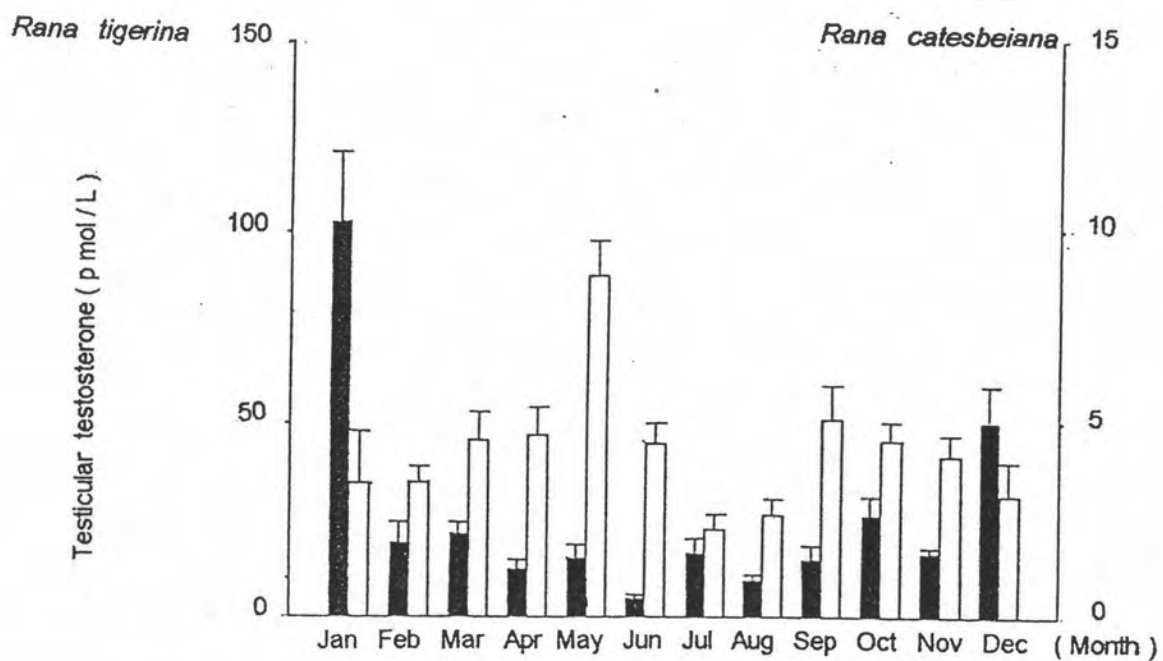
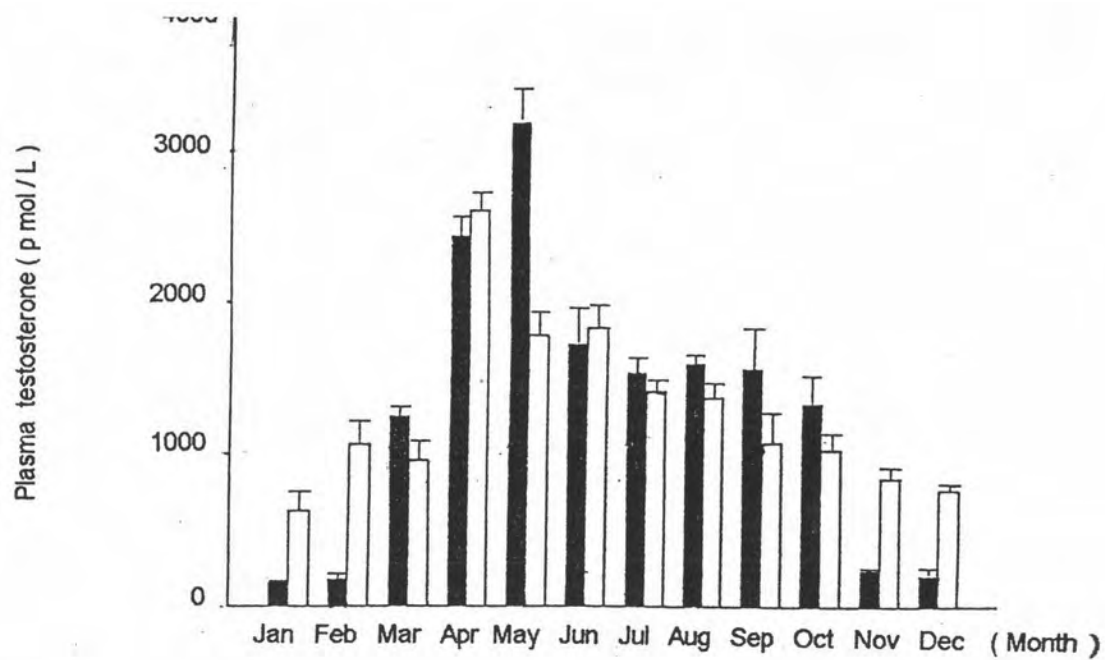
ดังนั้นจึงน่าจะมีการศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยาเพิ่มเติมเพื่อยืนยันว่ากบมูลฟรอกที่นำมาเลี้ยงในประเทศไทยสามารถสร้างอสุจิได้อย่างต่อเนื่องตลอดปีจริงหรือไม่

จากข้อมูลเกี่ยวกับ GSI%, ปริมาณเทสโทสเทอโรนในพลาสมา และในอวัยวะ แสดงให้เห็นว่ากบมูลฟรอกน่าจะสามารถสืบพันธุ์ได้ตลอดปี มีข้อสนับสนุนเพิ่มเติมคือผลจากการทดลองในกบมูลฟรอกเพศเมียที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันกับเพศผู้ที่ทำการศึกษ พบว่าภายในรังไข่จะมีฟอลลิเคิลที่พัฒนาแล้วเกือบทุกตัวในแต่ละเดือนที่ทำการศึกษา สอดคล้องกับ GSI % ซึ่งเปลี่ยนแปลงน้อยมากตลอดปี คือ 3 ถึง 6 เปอร์เซนต์ และพบว่าปริมาณฮอร์โมนเอสโตรเจนในพลาสมาจะมีค่าต่ำสุดประมาณ 1000 ถึง 1500 พิโกโมลต่อลิตร ในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม ส่วนในเดือนอื่น ๆ จะมีค่าประมาณ 2500 ถึง 4000 พิโกโมลต่อลิตร ( ผุสดี ปริยานนท์ และคณะ, 2538 )

จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ากบมูลฟรอกที่นำมาเลี้ยงในประเทศไทยสามารถสืบพันธุ์ได้ตลอดปีซึ่งแตกต่างไปจากที่พบในถิ่นกำเนิดเดิม

มีรายงานจากงานวิจัยหลาย ๆ เรื่องพบว่ากบในเขตหนาว ภายใต้อุณหภูมิจะมีการสร้างอสุจิไม่ต่อเนื่องกันทำให้มีการสืบพันธุ์เป็นฤดูกาล เนื่องจากสิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมา





รูปที่ 26 แสดงการเปรียบเทียบ ปริมาณฮอร์โมนเพศโทสเทอโรนในพลาสมาและในอัณฑะ และ GSI % ระหว่างกบนาและกบบูลฟอกในรอบ 1 ปี ( มกราคมถึงธันวาคม 2537 ) ( ค่าเฉลี่ย  $\pm$  SEM )



ในรอบปีโดยเฉพาะอุณหภูมิและความชื้น ซึ่งต่างจากในเขตร้อนที่สิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงน้อย ภายใต้อันตะสามารถสร้างอสุจิได้อย่างต่อเนื่องทำให้สามารถสืบพันธุ์ได้ตลอดปี ( Duellman and Treub , 1986b ) แต่ผลจากการศึกษากลับพบว่าทั้งกบมูลฟรอกและกบนาที่มีการสร้างอสุจิที่ต่างออกไป

ในกบมูลฟรอกซึ่งถิ่นกำเนิดเดิมอยู่ในเขตหนาว แต่ภายใต้อันตะสามารถสร้างอสุจิได้อย่างต่อเนื่อง จึงน่าที่จะสามารถสืบพันธุ์ได้ตลอดปี แต่ในเขตหนาวที่อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงมากทำให้กบมูลฟรอกมีการสืบพันธุ์ในช่วงที่อากาศอบอุ่น เมื่อนำกบมูลฟรอกมาเลี้ยงในเขตที่อบอุ่นกว่าเดิมพบว่าสามารถสืบพันธุ์ได้ยาวนานขึ้น ดังนั้นเมื่อนำมาเลี้ยงในประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตร้อน อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงน้อย จึงมีแนวโน้มที่จะสืบพันธุ์ได้ตลอดปี นอกจากนี้ยังพบว่าระดับเทสโทสเตอโรนในพลาสมาจะสูงกว่าในเขตหนาว แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมจะมีผลต่อการหลั่งเทสโทสเตอโรนในกบมูลฟรอก

พบว่ากบนาซึ่งเป็นกบในเขตร้อน แต่ไม่สามารถที่จะสืบพันธุ์ได้ตลอดปี เนื่องจากอันตะมีการสร้างอสุจิอย่างไม่ต่อเนื่องเมื่อนำมาเลี้ยงในฟาร์มซึ่งมีสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าในธรรมชาติ คือได้อาหารสม่ำเสมอทุกวัน แต่การสร้างอสุจิก็คงเป็นไปตามขั้นตอนเดิมที่พบตามธรรมชาติและสอดคล้องกับปริมาณเทสโทสเตอโรนในพลาสมา โดยที่ยังมีฤดูสืบพันธุ์เหมือนกับในธรรมชาติ แสดงว่าสิ่งแวดล้อมภายนอกจะมีอิทธิพลต่อกบนาน้อยกว่าปัจจัยภายในร่างกาย ( intrinsic factor ) จึงไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการสืบพันธุ์ถึงแม้จะอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ต่างออกไป

การหลั่งฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนของกบนาและกบมูลฟรอกจะคล้ายคลึงกันคือจะสูงในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม ส่วนในเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม และเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม ระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนในพลาสมาของกบมูลฟรอกจะค่อนข้างคงที่และมีระดับค่อนข้างสูง ในขณะที่ระดับฮอร์โมนของกบนาในช่วงนี้จะต่ำกว่ามาก ส่วนการสร้างและการเก็บเทสโทสเตอโรนในอันตะของกบทั้งสองชนิด จะแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยมี profile ที่ไม่สัมพันธ์กันซึ่งจำเป็นจะต้องมีการศึกษาต่อไป สำหรับ GSI % ในกบทั้งสองชนิดจะไม่สอดคล้องกัน ในกบนาพบว่า GSI % จะมี profile คล้ายกับระดับฮอร์โมนในพลาสมา ก็จะเพิ่มขึ้นในเดือนมีนาคมถึงเดือนตุลาคม ส่วนในเดือนมกราคม และเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม GSI % จะลดต่ำลง แต่ในกบมูลฟรอก GSI % จะไม่สอดคล้องกับที่พบในกบนาโดยจะค่อนข้างคงที่และไม่สัมพันธ์กับระดับเทสโทสเตอโรนในพลาสมา ( รูปที่ 26 )

จากการเปรียบเทียบระดับฮอร์โมนในพลาสมาและ GSI % ระหว่างกบนาและกบมูลฟรอก ( รูปที่ 26 ) จะเห็นได้ว่าในช่วงฤดูแล้งซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่าฤดูอื่น ( เดือนมกราคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม ) กบมูลฟรอกจะยังคงมีการหลั่งเทสโทสเตอโรนในปริมาณที่ค่อนข้างสูง ส่วนในกบนาปริมาณเทสโทสเตอโรนในพลาสมาจะต่ำลงอย่างชัดเจน และ GSI % ในกบมูลฟรอกก็จะคงที่ ในขณะที่ GSI % ในกบนาจะลดลง แสดงว่ากบนาไม่พร้อมที่จะสืบพันธุ์ในฤดูแล้ง ซึ่งต่างจากกบมูลฟรอก

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าการสืบพันธุ์ของกบมูลฟรอกจะไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมมากกว่ากบนา และอาจจะสามารถสืบพันธุ์ได้ตลอดทั้งปีเมื่อนำมาเลี้ยงในที่ ๆ อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมอบอุ่นและคงที่ ส่วนในกบนาจะไม่สามารถสืบพันธุ์ได้ในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งอาจจะเนื่องจากการสร้างอสุจิไม่สมบูรณ์ ( ธนากรณ์ รุ่งเรือง , 2538 ) จึงมีการสืบพันธุ์เฉพาะในช่วงตั้งแต่เดือนมีนาคม ถึงเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงที่มีความชื้นมากกว่า